

Armazenamento de endoscópios gastrointestinais: qual o tempo seguro para o reuso?

Storage of gastrointestinal endoscopes: when is the safe time for re-use?

Almacenamiento de endoscopios gastrointestinales: ¿cuál el tiempo seguro para la reutilización?

Naiara Bussolotti Garcia¹

ORCID: 0000-0002-5601-3770

Adriana Cristina de Oliveira¹

ORCID: 0000-0002-4821-6068

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,
Minas Gerais, Brasil.

Como citar este artigo:

Garcia NB, Oliveira AC. Storage of gastrointestinal
endoscopes: when is the safe time for re-use?.

Rev Bras Enferm. 2022;75(3):e20210216.

<https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0216>

Autor Correspondente:

Naiara Bussolotti Garcia

E-mail: bussolottin@gmail.com



EDITOR CHEFE: Álvaro Sousa
EDITOR ASSOCIADO: Ana Cristina Silva

Submissão: 03-10-2020

Aprovação: 13-10-2021

RESUMO

Objetivos: identificar o tempo de armazenamento seguro para utilização de endoscópios flexíveis gastrointestinais após a desinfecção de alto nível, bem como os critérios definidores desse tempo. **Métodos:** realizou-se uma revisão integrativa da literatura na Biblioteca Virtual em Saúde, PubMed, Scopus e Web of Science, considerando artigos originais publicados desde 2000. **Resultados:** foram selecionados 11 artigos, cujos tempos de armazenamento variaram entre 1 e 56 dias, com predomínio de um a sete dias (73%). Utilizaram-se diversos critérios para definição desse tempo, sendo predominantes a premissa do processamento eficiente (100%), uso de *flush* de álcool (64%), uso de armários de secagem (18%), entre outros. **Conclusões:** os critérios para determinação do tempo de armazenamento não evidenciaram um consenso para prática clínica. Ampliar a discussão dessa temática com definição das condições mínimas necessárias é de fundamental importância para a redução de riscos e segurança do procedimento e do paciente.

Descritores: Endoscópios; Desinfecção; Contaminação de Equipamentos; Armazenamento de Produtos; Segurança do Paciente.

ABSTRACT

Objectives: to identify the safe storage time for the use of flexible gastrointestinal endoscopes after high-level disinfection, as well as the defining criteria for this time. **Methods:** an integrative literature review was carried out in the Virtual Health Library, PubMed, Scopus, and Web of Science, considering original articles published since 2000. **Results:** eleven articles were selected, whose storage times ranged from 1 to 56 days, with a predominance of one to seven days (73%). Several criteria were used to define this time, predominantly the premise of efficient processing (100%), use of alcohol flush (64%), use of drying cabinets (18%), among others. **Conclusions:** the criteria for determining the storage time did not show a consensus for clinical practice. Expanding the discussion of this theme with the definition of the minimum necessary conditions is of fundamental importance for the reduction of risks and safety of the procedure and the patient.

Descriptors: Endoscopes, Gastrointestinal; Disinfection; Equipment Contamination; Equipment Reuse; Patient Safety.

RESUMEN

Objetivos: identificar el tiempo de almacenamiento seguro para utilización de endoscopios flexibles gastrointestinales después de la desinfección de alto nivel, así como los criterios definidores de ese tiempo. **Métodos:** realizado una revisión integrativa de la literatura en la Biblioteca Virtual en Salud, PubMed, Scopus y Web of Science, considerando artículos originales publicados desde 2000. **Resultados:** fueron seleccionados 11 artículos, cuyos tiempos de almacenamiento variaron entre 1 y 56 días, con predominio de uno a siete días (73%). Utilizados diversos criterios para definición de ese tiempo, siendo predominantes la premisa del procesamiento eficiente (100%), uso de *flush* de alcohol (64%), armarios de secado (18%), entre otros. **Conclusiones:** los criterios para determinación del tiempo de almacenamiento no evidenciaron un consenso para práctica clínica. Ampliar la discusión de esa temática con definición de las condiciones mínimas necesarias es de fundamental importancia para la reducción de riesgos y seguridad del procedimiento y del paciente.

Descriptores: Endoscopios; Desinfección; Contaminación de Equipos; Almacenamiento de Productos; Seguridad del Paciente.

INTRODUÇÃO

Os endoscópios flexíveis gastrointestinais são equipamentos de estrutura e conformidades complexas, com canais de diferentes angulações, acessos e lúmens, o que dificulta a fricção e, consequentemente, a remoção de sujidade e umidade. Nesse contexto, a manutenção de resíduos, de umidade e de microrganismos pode favorecer tanto a contaminação cruzada entre pacientes submetidos a procedimentos endoscópicos quanto a formação de biofilmes. Estes consistem em uma estrutura complexa, composta de microrganismos aderidos a uma superfície abiótica e biótica, protegidas por substâncias extracelulares de polissacarídeos ou matriz exopolissacarídica (EPS), que favorece a proteção impedindo a ação de agentes antimicrobianos⁽¹⁻⁵⁾.

Infecções relacionadas a tais procedimentos, bem como a transmissão de microrganismos resistentes, principalmente associados a duodenoscópios contaminados, têm sido descritas, desde 2010, em diversos países da Europa e dos Estados Unidos da América, alertando autoridades mundiais, associações e sociedades de gastroenterologia sobre as fragilidades no cumprimento das diretrizes de processamento dos endoscópios⁽⁶⁻¹¹⁾. No entanto, surtos também ocorreram em serviços de saúde cujas diretrizes de processamento estabelecidas pelos fabricantes e sociedades normativas foram amplamente seguidas⁽⁸⁻⁹⁾.

Apesar do registro de transmissão cruzada de microrganismos e de surtos entre pacientes submetidos a procedimentos endoscópicos ocorrer em condições adequadas de processamento, o predomínio dos casos tem sido notificado em situações nas quais aconteceram falhas ou omissões de uma ou mais das etapas; além disso, há o desafio relacionado ao design dos endoscópios. A estrutura dos equipamentos associada aos múltiplos passos a serem seguidos para a sua limpeza e desinfecção, dentre outros fatores, potencializam a dificuldade em fornecer um equipamento seguro para a utilização⁽¹²⁾. E quanto ao design, os duodenoscópios aumentam os desafios de limpeza, pela presença de um mecanismo adicional denominado "canal elevador"⁽¹²⁾.

Ademais, outras variáveis podem influenciar a contaminação do endoscópio, como a falha na secagem e o inadequado armazenamento⁽¹³⁻¹⁴⁾. A manutenção da umidade no interior dos canais favorece a proliferação de microrganismos residuais tais como *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, entre outros⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ e facilita a transmissão destes, sobretudo em pacientes com maior risco de contaminação cruzada e infecções por microrganismos resistentes após procedimentos endoscópicos^(4,12-14). Nesse sentido, a definição do tempo seguro para uso dos endoscópios depois do processamento tem sido um grande questionamento na prática clínica, principalmente quanto à segurança do paciente, com a finalidade de mitigar o risco de infecção cruzada e surtos como os ocorridos em diversos países da Europa e nos Estados Unidos⁽⁸⁻¹¹⁾.

Outro aspecto a se destacar é que constitui uma importante lacuna do conhecimento se refere à definição dos critérios que forneçam subsídios para os serviços determinarem o intervalo seguro entre o processamento e o uso. Isso se relaciona principalmente com as inconsistências e divergências sobre o armazenamento encontradas nas diretrizes internacionais das principais sociedades, tais como o tipo de gabinete ou armário a ser utilizado e uso de *flush* de álcool nos canais. Além desses

fatores, constata-se que são escassas as evidências disponíveis sobre essa definição de critérios, que proporciona determinar o tempo e condições de armazenamento seguro a serem adotados na prática clínica dos serviços^(2,13-14).

São relevantes o tema e a avaliação do que os estudos têm apontado para a determinação de tempo de armazenamento, como forma de responder a uma questão do cotidiano clínico dos serviços de endoscopia e de se identificar o prazo máximo considerado como seguro, além dos critérios que garantem esse processo, subsidiando a prática. Por tudo isso, definiu-se por realizar uma revisão integrativa de literatura.

OBJETIVOS

Identificar o tempo de armazenamento seguro para utilização de endoscópios flexíveis gastrointestinais após a desinfecção de alto nível, bem como os critérios definidores desse tempo.

MÉTODOS

Aspectos éticos

Os dados utilizados na revisão integrativa são de domínio público, logo não necessitam da análise do comitê de ética.

Desenho, período e local do estudo

Tratou-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, uma ferramenta que proporciona a síntese do conhecimento já produzido, fornecendo subsídios para tomada de decisão na prática clínica e identificação de lacunas demonstrando a necessidade de novos estudos⁽¹⁸⁾. Baseando-se nas diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽¹⁸⁾, a construção desta revisão seguiu seis etapas: identificação do tema e relevância (questão de pesquisa); estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; extração de informações dos estudos; avaliação dos estudos incluídos; interpretação dos resultados; e apresentação da síntese do conhecimento.

Para elaborar a pergunta de pesquisa, adotou-se a estratégia PICO (acrônimo para População/objeto, Intervenção, Comparação e Outcome/desfecho), de forma a atender ao escopo⁽¹⁹⁾.

Considerou-se P – Endoscópios gastrointestinais; I – Ações executadas para garantir definição segura do tempo de prateleira; e O – Tempo seguro definido de armazenamento pós-desinfecção.

Nesse sentido, foi delimitada a seguinte questão da prática clínica: "Qual é o tempo seguro para o armazenamento (tempo de prateleira) de endoscópios flexíveis gastrointestinais pós-desinfecção química de alto nível e quais são os critérios primordiais utilizados para sua definição?" Com base nesse questionamento, pretendeu-se compreender como esses tempos definidos podem ser incorporados ou seguidos no cotidiano dos serviços, nas suas distintas condições de processamento e armazenamento.

As buscas foram conduzidas em 10 de fevereiro de 2021, na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (PubMed), *Scopus* e *Web of Science* (WOS).

Amostra; critérios de inclusão e exclusão

Na seleção, foram incluídos artigos originais que tratavam do processamento de endoscópios com ênfase no armazenamento e no tempo de guarda após a desinfecção química de alto nível até o próximo uso, com desfecho determinado por cultura microbiológica. Como critérios de exclusão, adotaram-se artigos de revisão, aqueles que não estabeleciam um prazo de armazenamento controlado pós-desinfecção de alto nível ou que não executaram nenhum tipo de processamento antes do armazenamento, bem como aqueles que utilizaram processamentos não habituais na prática clínica, tais como esterilização ou outro método inovador pouco conhecido.

Protocolo do estudo

Admitiram-se os seguintes Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH): Endoscópios gastrointestinais; Endoscópios; *Endoscopes*; *Endoscopes, gastrointestinal*; e *Duodenoscopes*. Foram combinados por meio de operadores booleanos OR ou AND com termos não controlados, baseados na estratégia PCC (População, Conceito e Contexto), utilizada para nortear a estratégia de busca, pois permite o uso de descritores considerando ideias implícitas na pergunta de pesquisa⁽¹⁹⁾.

Isso culminou na seguinte estratégia de busca: ("Gastrointestinal endoscope" or Endoscope or Duodenoscope) and ("Hang time" or "Shelf life" or Storage or "Shelf time") and (Dry or "Storage cabinet" or Cabinet or "High-level disinfection" or Processing or Reprocessing or Clean or Biofilm or Contamination or Microbial contamination). Foi traduzida também para o português e espanhol quando realizada a pesquisa na BVS.

Análise dos resultados e estatística

A análise dos dados foi feita com auxílio de um instrumento próprio, elaborado em planilha Excel, contendo aspectos relacionados à identificação dos artigos, autores, ano de publicação, localização, delineamento, limitações, equipamentos estudados, etapas do processamento, metodologia utilizada e desfecho.

Quanto aos dados relacionados ao processamento, os registros foram analisados de acordo com as práticas que pudessem influenciar a segurança do armazenamento e dessa etapa propriamente dita, tais como soluções utilizadas no processamento, secagem dos canais, execução de *flush* com álcool 70% (etílico ou isopropílico), forma do acondicionamento do endoscópio durante o armazenamento e tempo de guarda após a desinfecção. Além dessas práticas, buscou-se identificar os critérios utilizados pelos autores como requisitos para determinação do tempo seguro de armazenamento.

A busca e seleção foram realizadas por DOIs revisores de forma independente, para leitura de títulos, resumos e definição daqueles para leitura na íntegra.

A qualidade das evidências foi classificada de acordo com cinco dos seis níveis de evidência apresentados a seguir, visto que todos os tipos de revisões foram excluídos da amostra⁽²⁰⁾: nível 1, metanálise de múltiplos estudos controlados; nível 2, estudo individual com delineamento experimental; nível 3, estudo com delineamento quase experimental como estudo sem randomização com grupo único pré-teste e pós-teste, séries temporais ou caso-controle; nível 4, estudo com delineamento não experimental como pesquisa descritiva correlacional e qualitativa ou estudos de caso; nível 5, relatório de casos ou dado obtido de forma sistemática, de qualidade verificável ou dados de avaliação de programas; nível 6, opinião de autoridades respeitáveis baseada na competência clínica ou opinião de comitês de especialistas, incluindo interpretações de informações não baseadas em pesquisas⁽²⁰⁾.

RESULTADOS

A partir da busca inicial, foram selecionados 404 documentos distribuídos da seguinte forma: 191 na PubMed, 79 na *Scopus*, 54 na BVS e 80 na *Web of Science*. Foram exportados e organizados em planilha do software Microsoft Excel, em que se procedeu ao rastreio, com exclusão de estudos duplicados e de outros que, com a leitura de título e resumos, foram identificados que não pertenciam ao escopo da busca.

Os artigos selecionados para leitura na íntegra foram excluídos quando não atendiam aos critérios de elegibilidade, o que resultou em uma amostra final de 11 artigos, conforme o apresentado na Figura 1.

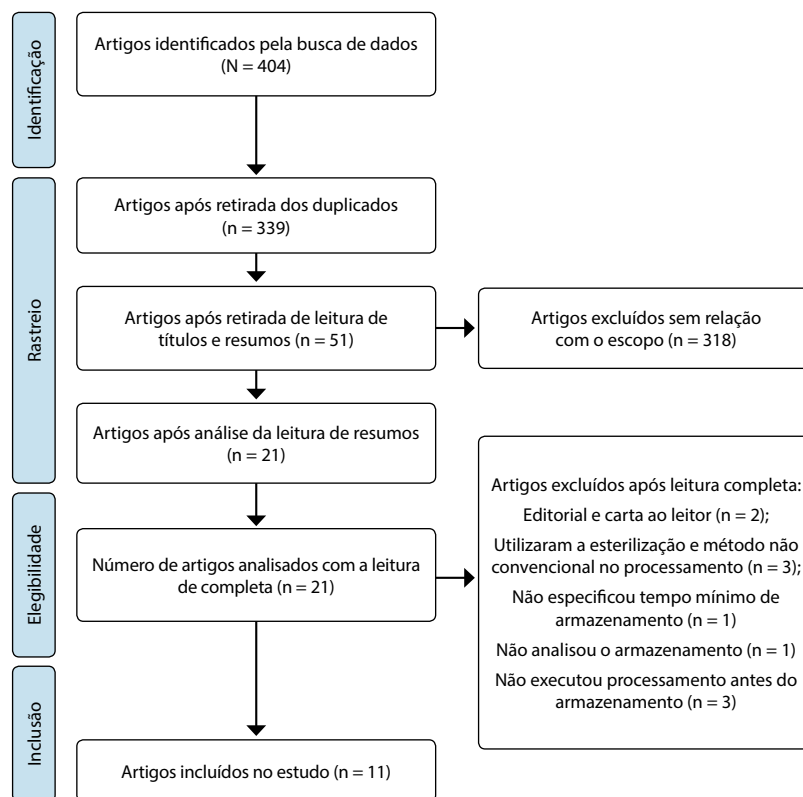


Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção dos artigos para composição da amostra, baseado na ferramenta PRISMA-ScR

Os 11 estudos que constituíram a amostra final da revisão estão assim distribuídos: PubMed (5), BVS (2), *Scopus* (2) e *Web of Science* (2). Foram realizados na República Checa (1)⁽²¹⁾, França (1)⁽²²⁾, Austrália (2)⁽²³⁻²⁴⁾, Estados Unidos (3)⁽²⁵⁻²⁷⁾ e Canadá (4)^(4,28-30). No que diz respeito ao nível de evidência segundo Stetler et al.⁽²⁰⁾, 18%^(22,30) dos artigos selecionados correspondem ao nível 2 (estudos experimentais) e 82%^(4,21,23-29) ao nível 3 (séries temporais).

Verificou-se que cerca de um terço das publicações ocorreu entre os anos de 2002 e 2007 (36%)^(21,23-24,28), mas o predomínio foi do período entre 2008 e 2020 (64%)^(4,22,25-27,29-30), caracterizado por aumento expressivo dos casos de transmissão de microrganismos por endoscópios flexíveis.

Como premissa para a manutenção da qualidade do processamento no armazenamento, 100% dos estudos determinaram como essencial o rigor nas fases que antecedem a guarda/armazenamento do equipamento.

Quanto ao tipo de endoscópio avaliado nos estudos, destacaram-se os duodenoscópios, colonoscópios e gastroscópios (6)^(4,21-22,26-27,29).

O uso de equipamento automatizado na limpeza/desinfecção foi referido pela maioria dos estudos analisados (10)⁽²¹⁻³⁰⁾, sendo que apenas um estudo (1)⁽⁴⁾ não mencionou se a limpeza e desinfecção química líquida utilizada foram manuais ou automatizadas.

Quanto à desinfecção de alto nível com solução química, foram referidos o uso do glutaraldeído (37%)^(23,25,27-28), o ortoftaldeído (18%)^(21,26), o ácido peracético (18%)^(22,24), e os demais (27%)^(4,29-30) não apresentaram a especificação da solução utilizada.

Na maioria (73%)^(21-23,25,27-30) dos artigos analisados, a secagem foi executada por injeção de ar nos canais, por equipamento tanto automatizado quanto manual. DOIs autores referiram o tempo de exposição ao ar injetado nos canais sendo de dez⁽²⁹⁾ e três⁽²⁸⁾ minutos. A fase de secagem^(4,26) não foi descrita por 18%, e os outros 9% referiram a secagem vertical por gravidade por cinco minutos⁽²⁴⁾.

A execução de *flush* de álcool para auxiliar na secagem foi uma prática referida em 64%^(23-25,27-30) dos estudos analisados.

O armazenamento em gabinetes/armários de secagem com controle de ventilação e umidade foi referido em 18% dos estudos^(22,30); e 73% utilizaram modelos convencionais livres de poeira e naturalmente ventilados^(4,21,23-24,26-29). Um deles também usou armários não ventilados⁽²⁶⁾; e os demais 9%, ganchos numa sala dedicada ao armazenamento de endoscópios com temperatura e umidade controladas⁽²⁵⁾.

O uso de armários convencionais não foi caracterizado nos estudos quanto às condições estruturais, e apenas um artigo descreveu periodicidade de higienização⁽²⁹⁾.

O posicionamento do endoscópio durante o armazenamento foi descrito na vertical em 64% dos estudos^(21,23-27,30); na horizontal de acordo com a validação do fabricante do gabinete⁽²²⁾, em 9%; e os outros 27% não mencionaram detalhes sobre a posição durante a guarda^(4,28-29).

Somente 25% daqueles que não utilizaram gabinetes de secagem (2/8) mencionaram a importância de retirar as válvulas durante a guarda dos equipamentos para evitar umidade interna e retenção de líquidos dos canais^(24,27).

A realização do processamento dos endoscópios por pessoal capacitado e treinado foi descrito como um critério fundamental de segurança de todo o processo, referido por 36% dos autores, reafirmando a capacitação como condição essencial para a execução das recomendações de processamento^(22-24,27).

O Quadro 1 sumariza a síntese dos artigos analisados com o tempo de guarda sugerido pelos autores.

A quantidade de amostras coletadas pelos pesquisadores variou de acordo com a determinação de periodicidade da coleta e dos locais para a retirada dessas amostras nos endoscópios, visto que tais equipamentos apresentam diversos lúmens e estruturas peculiares.

Quadro 1 – Quadro sinóptico dos estudos (n = 11) referentes a tempo de armazenamento de endoscópios gastrointestinais flexíveis, 2002-2021

Referência Delineamento Nível de evidência	Tipos de endoscópios Tamanho amostral	Critérios adotados para definição do tempo de prateleira	Desfechos	Tempo de armazenamento sugerido
Riley et al. ⁽²⁴⁾ 2002, Observacional prospectivo Nível 3	1 colonoscópio 30 amostras	Crescimento bacteriano: Até 5 UFC/ml - aceitável; 5-20 UFC/ml moderado; > 20 UFC/ml elevado.	Em 24 horas de armazenamento, não houve crescimento microbiológico. Em 168 horas, houve crescimento em duas amostras de 1 UFC/ml de <i>Staphylococcus coagulase negativo</i> e 1 UFC/ml de <i>Micrococcus sp.</i>	7 dias
Rejchrt et al. ⁽²¹⁾ 2004, Observacional prospectivo Nível 3	10 endoscópios (gastroscópio, duodenoscópio e Colonoscópio) Total de 135 amostras	Crescimento microbiológico aceitável de microrganismos comensais	Cultura positiva: 3%. <i>Corynebacterium pseudodiphtheriae</i> (2º dia) <i>Staphylococcus epidermidis</i> (2º e 3º dia em DOIs pontos diferentes) Não mencionou a quantidade encontrada de unidades formadoras de colônia.	5 dias
Osborne et al. ⁽²³⁾ 2007, Observacional prospectivo Nível 3	23 endoscópios Total de 194 amostras Gastroscópio, 101 Ecoendoscópio, 8 Colonoscópio, 74 Duodenoscópio, 11	Crescimento microbiológico aceitável de microrganismos sem importância clínica	Taxa geral de contaminação: 15,5%. <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> e <i>Micrococcus</i> foram os microrganismos mais comuns (6,7% e 3,1%). <i>Bacillus</i> , <i>Corynebacterium</i> , fungo, <i>Streptomyces</i> (n = 29) 12,9% - 1º dia 10% - Entre 1º e 2º dia 17,2% - Entre 2º e 3º dia 25% - Entre 3º e 4º dia 37,5% - Entre 6º e 7º dia Levedura entre o 5º e 6º dia de armazenamento	5 dias

Continua

Continuação do Quadro 1

Referência Delineamento Nível de evidência	Tipos de endoscópios Tamanho amostral	Critérios adotados para definição do tempo de prateleira	Desfechos	Tempo de armazenamento sugerido
Vergis et al. ⁽²⁸⁾ 2007, Observacional multifases Nível 3	4 duodenoscópios e 3 colonoscópios Fase 1 e 2 70 amostras Fase 3 14 amostras	Aceitável cultura de microrganismos sem importância clínica; não detalhou os tipos.	Fase 1: (6/70) cultura positiva com variação de 10 a 200 UFC/ml. Crescimento predominante nos primeiros 5 dias. Fase 2: Sem crescimento Fase 3: Coleta de amostra em 24 horas e 7 dias Cultura positiva no 7º dia - 700 UFC/ml. Todas as culturas positivas recuperaram <i>Staphylococcus epidermidis</i> .	7 dias
Alfa et al. ⁽⁴⁾ 2012, Prospectivo Nível 3	5 gastroscópios 9 colonoscópios 6 duodenoscópios Total de 383 amostras	Aceitável crescimento microbiológico < 200 UFC/ml	5,7% (22/383) amostras contaminadas após 48 horas: (9/22) <i>Bacillus gram-positivo</i> 10 UFC/ml; (11/22) <i>Coccus gram-positivo</i> : Maior carga microbiológica encontrada 170 UFC/ml. (1/22) <i>Bacillus gram-negativo Pseudomonas luteola</i> 10 UFC/ml; (1/22) <i>Fungos</i> 10 UFC/ml;	2 dias
Ingram et al. ⁽²⁵⁾ 2013, Prospectivo longitudinal Nível 3	4 colonoscópios Total de 32 amostras	Crescimento de microrganismo com importância clínica***	Recuperação de <i>Staphylococcus epidermidis</i> e <i>Staphylococcus hominis</i> com no máximo de 2 UFC/ml em duas amostras coletadas no 14º dia de armazenamento. E recuperação de ≤ 1 UFC/ml de <i>Staphylococcus epidermidis</i> no 42º dia.	56 dias
Grandval et al. ⁽²²⁾ 2013, Experimental Nível 2	10 gastroscópios 11 colonoscópios 4 duodenoscópios 41 amostras para cada tipo de armazenamento	< 5 UFC/ml (nível aceitável) entre 5 e 25 UFC/ml (nível alerta) > 25 UFC/ml ou crescimento de qualquer microrganismo com potencial patogênico** (nível de ação)	Gabinete de secagem: 56,1% sem contaminação 43,9% < 5 UFC/ml <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> Armário convencional: 41,4% sem contaminação 46,8% < 5 UFC/ml 5% entre 5 e 25 UFC/ml <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> (6 e 7 UFC/ml) 7% > 150 UFC/ml <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> e <i>Serratia odorifera</i>	3 dias
Brock et al. ⁽²⁷⁾ 2015, Observacional prospectivo Nível 3	4 duodenoscópios 4 colonoscópios 2 gastroscópios Total de 96 amostras	Crescimento ≤ 100 unidades formadoras de colônia (UFC)/ml	Taxa de contaminação global: 29,2% Culturas: <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Bacillus</i> <i>Corynebacterium</i> e <i>Propionibacterium acnes</i> . Máximo de 49 UFC/ml Microrganismos com potenciais patogênicos: <i>Aureobasidium pullulans</i> (1º dia); <i>Enterococcus</i> (7º dia); <i>a-hemolytic Streptococcus</i> (14º dia); <i>Candida parapsilosis</i> (21º dia) Todos com crescimento ≤ 1 UFC/ml	21 dias
Scanlon et al. ⁽²⁶⁾ 2017, Transversal Nível 3	6 gastroscópios 2 duodenoscópio 1 colonoscópio Fase 1 27 amostras Fase 2 131 amostras	Crescimento microbiológico ≤ 100 UFC/ml	Fase 1 – Culturas positivas: 11,1%. Todas ≤ 100 UFC/ml. <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> (No 69º e 85º dia de armazenamento) <i>Micrococcus</i> (69º dia de armazenamento) Fase 2 - Culturas positivas: 5,3%. Todas ≤ 100 UFC/ml. <i>Staphylococcus coagulase-negativo</i> (7º, 14º, 28º, 42º dia de armazenamento) <i>Neisseria subflava</i> (28º dia de armazenamento) <i>Bacillus species</i> (42º e 56º dia de armazenamento) Estreptococos do grupo <i>viridans</i> (28º dia de armazenamento) Crescimento de <i>Candida albicans</i> : 10 UFC/ml no 14º dia de armazenamento.	56 dias

Continua

Continuação do Quadro 1

Referência Delineamento Nível de evidência	Tipos de endoscópios Tamanho amostral	Critérios adotados para definição do tempo de prateleira	Desfechos	Tempo de armazenamento sugerido
Singh et al. ⁽³⁰⁾ 2018, Experimental Nível 2	3 duodenoscópios Total de 119 amostras	Não aceitável qualquer crescimento de <i>Escherichia coli</i> ou <i>Enterococcus faecalis</i> e/ou ≥ 100 UFC/ml de qualquer outro microrganismo. Inoculado suspensão de <i>E. Coli</i> e <i>E. faecalis</i> em concentração aproximada de 10^8 UFC/ml antes da aplicação dos protocolos desenhados.	Protocolo 1 - Limpeza e desinfecção sem <i>flush</i> de álcool (n = 69) <i>Enterococcus faecalis</i> < 9 UFC/ml – 17 amostras 10-99 UFC/ml – 20 amostras ≥ 100 UFC/ml – 5 amostras Outros microrganismos ≥ 100 UFC/ml – 9 amostras Protocolo 2 - Limpeza e desinfecção seguida de <i>flush</i> de álcool (n = 20) <i>Enterococcus faecalis</i> < 9 UFC/ml – 4 amostras 10-99 UFC/ml – 7 amostras ≥ 100 UFC/ml – 4 amostras Outros microrganismos ≥ 100 UFC/ml – 1 amostras Protocolo 3 - Limpeza + limpeza extra e desinfecção sem <i>flush</i> de álcool (n = 30) <i>Enterococcus faecalis</i> < 9 UFC/ml – 6 amostras 10-99 UFC/ml – 13 amostras ≥ 100 UFC/ml – 2 amostras Outros microrganismos ≥ 100 UFC/ml – 9 amostras Outros microrganismos identificados nos duodenoscópios foram: <i>Bacillus spp.</i> , <i>Paenibacillus spp.</i> , <i>Brevibacillus spp.</i> , <i>Neisseria spp.</i> , <i>Streptococcus spp.</i> e <i>Kocuria spp.</i>	1 a 3 dias
Mallette et al. ⁽²⁹⁾ 2018, Observacional prospectivo Nível 3	19 gastroscópios 24 colonoscópios 5 duodenoscópios Total de 164 amostras	Resultados microbiológicos inferiores a 200 UFC/ml.	Não houve crescimento > 200 UFC/ml no período de 7 dias. Tipo de microrganismo não avaliado. Não houve a descrição de todos os crescimentos por dia de armazenamento. 18 amostras contaminadas. 80 UFC/ml (maior carga microbiológica encontrada). Não houve diferença significativa comparando o crescimento microbiológico de 1, 2, 3, 4, 5, 6 dias para 7 dias.	7 dias

Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas sp.*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter sp.*, *Candida sp.*; *Escherichia coli*, *Klebsiella Pneumoniae*, *Alpha streptococcus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Enterococcus*, *Klebsiella oxytoca*.

A cultura microbiológica utilizada como desfecho pelos artigos apresentou métodos divergentes para determinar o tempo máximo de armazenamento, como o período de incubação para análise de crescimento bacteriológico, que variou de 24 a 48 horas em 6^(4,21,24-25,28-29) dos 11 estudos; outros 2 utilizaram 72 horas^(23,30); 2^(22,26), 5 horas; e 1⁽²⁷⁾, 7 dias em meios de cultura diversificados. Para a avaliação de crescimento fúngico em ágar sabouraud, DOIs autores incubaram por cinco dias^(4,26) e um por sete dias⁽²⁷⁾; os outros oito artigos não utilizaram esse meio específico.

Quanto ao tempo de armazenamento definido como seguro para utilização dos equipamentos após a desinfecção, 27%^(4,22,30) dos artigos sugeriram um tempo máximo de armazenamento de 3 dias, 46%^(21,23-24,28-29), entre 5 e 7 dias; 27%⁽²⁵⁻²⁷⁾, acima de 8 dias, com uma variação para 15, 21 e 56 dias.

Junto com a análise dos artigos, foi realizado um levantamento das recomendações de sociedades e órgãos reguladores em gastroenterologia sobre o tema. Num total de dez documentos avaliados, verificou-se que quatro instituições determinam tempo máximo de armazenamento: *Gastroenterological Nurses College of Australia* e *Gastroenterological Society of Australia* (GENCA e GESA)⁽³¹⁾ até 72 horas, dependendo do tipo de equipamento; *Society of*

Gastroenterology Nurses and Associates (SGNA)⁽³²⁾, até sete dias; na *British Society of Gastroenterology* (BSG)⁽³³⁾, o tempo pode variar entre 72 horas e 31 dias de acordo com a validação de qualidade garantida pelo fabricante do gabinete; *Public Health Agency of Canada* (PHAC)⁽³⁴⁾, até sete dias. Outras recomendam uma avaliação minuciosa da realidade do processamento executado e critérios para validação deste para determinar um tempo máximo de armazenamento, tais como *European Society of Gastroenterology and Endoscopy Nurses and Associates* (ESGE-ESGENA)⁽³⁵⁾, *Association of periOperative Registered Nurses* (AORN)⁽³⁶⁾ e *Multisociety guideline on reprocessing flexible GI endoscopes and accessories*⁽²⁾. Esses dados não foram incluídos na análise conduzida, mas utilizados com o propósito de comparar as definições encontradas nos artigos com as diretrizes descritas.

DISCUSSÃO

Eventos adversos relacionados ao uso de endoscópios tem sido amplamente discutidos em todo mundo. Nesse sentido, o *Emergency Care Research Institute* (ECRI), um instituto norteamericano sem fins lucrativos, que avalia práticas e produtos médicos,

tem publicado anualmente os riscos relacionados ao uso das tecnologias em saúde, sendo, de forma ininterrupta (entre 2011 e 2019) descritas as falhas no processamento dos endoscópios entre as dez maiores preocupações para a segurança do paciente. Em 2019, especificamente, a preocupação com o processamento dos endoscópios teve como destaque o risco relacionado ao seu armazenamento, entendendo-se que os problemas não se restringem apenas ao processo de limpeza e de desinfecção como garantia de uso seguro para o paciente⁽³⁷⁾.

Certamente essa análise foi fortalecida pelos surtos registrados a partir de 2010⁽⁸⁻¹¹⁾, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos; e, em decorrência dessas contaminações, pode ser evidenciado um aumento no número de publicações sobre a temática como uma prioridade para os pesquisadores, visando à manutenção da qualidade do processamento realizado nos serviços de endoscopia⁽¹⁴⁾.

Durante sua utilização, os endoscópios são expostos a grande quantidade de contaminantes, que, associados à sua estrutura complexa e dificuldade do processamento, representam maior possibilidade de retenção de detritos e umidade. Assim, é possível inferir a presença de microrganismos em suas estruturas internas, as quais não podem ser acessadas para fricção, fato que pode contribuir para a permanência da sujidade e resíduos favorecendo a formação de biofilme, um dos maiores desafios para a segurança do processamento⁽³⁸⁾.

Enterobacteriaceae, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella* são bactérias comumente relacionadas às contaminações exógenas pós-procedimentos de endoscopia gastrointestinal descritas na literatura, e sua transmissão é usualmente associada a falhas nas etapas do processamento dos equipamentos. Nesse contexto, destaca-se a *Pseudomonas aeruginosa*, um patógeno gram-negativo com tropismo positivo para ambiente úmido, tais como reservatório de água e canais de endoscópios flexíveis. Ela é caracterizada também por sua facilidade em formar biofilmes; possui estruturas de difícil remoção e grande potencial de transmissão, sobretudo em pacientes imunocomprometidos, pois estes apresentam maior risco de desenvolver infecções⁽³⁸⁻⁴⁰⁾.

Dentre os critérios apresentados nos artigos, embora a recomendação do processamento eficiente seja descrita, poucos artigos mencionaram a necessidade de equipe capacitada para execução do processamento. Todavia, estudos sugerem que o treinamento associado à avaliação das técnicas executadas regularmente são ferramentas essenciais para adesão às etapas do processamento, bem como para ações de proteção individual e de prevenção de transmissão de patógenos⁽⁴¹⁻⁴²⁾.

Outro ponto é que equipamentos automatizados para limpeza, desinfecção e secagem foram amplamente utilizados; são tecnologias que permitem menor interferência humana nos processos, o que favorece a execução do processamento dentro dos padrões estabelecidos. No entanto, nos países emergentes, esse procedimento é limitado, pois envolve investimentos, e nem sempre são considerados os custos versus os potenciais benefícios para maior segurança e qualidade^(38,43).

A secagem inadequada dos endoscópios foi atribuída como possível causa de contaminações em pacientes submetidos a procedimentos endoscópicos, sendo, portanto, considerada uma fase de extrema importância no processamento desses equipamentos.

Apesar de forte recomendação sobre o rigor a ser adotado nessa fase, constata-se que ela tem sido negligenciada^(13,15,43).

As recomendações de secagem com ar forçado dos canais dos endoscópios não foram detalhadas pelos estudos e diretrizes quanto ao tempo mínimo de execução ou a como pode ser validada em relação a sua efetividade. Barakat (2019)⁽⁴⁴⁾ propõe um tempo mínimo de dez minutos como forma efetiva de secagem. Mesmo com o processo de secagem automatizado, com tempo e fluxo de ar validado por fabricantes de lavadoras processadoras, muitas vezes estas não promovem a secagem efetiva dos endoscópios, como sugerido em diversos trabalhos^(13,43-44).

Diante da dificuldade de inspeção interna dos canais com a finalidade de verificar a presença de umidade, resíduos e alterações estruturais dos endoscópios, o equipamento denominado "vídeo boroscópio" tem sido indicado para essa finalidade, por permitir, mediante câmeras, captar imagens internas. Nesse sentido, torna-se possível a inspeção mais refinada com identificação da efetividade da secagem realizada na prática clínica e a visualização de outras alterações como pequenos danos (fissuras, arranhões, descolorações, perfurações) ou resíduos que podem contribuir enquanto ambiente propício a ser reservatório de microrganismos^(13,44-46). Contudo, apesar da grande utilidade e incorporação como uma tecnologia nos serviços de endoscopia, tem-se o custo como um empecilho importante para sua adoção, sobretudo no Brasil, onde os recursos são escassos.

Nesse contexto, é importante considerar aspectos de relevância associados ao benefício do uso do vídeo boroscópio, visando possibilitar adesão a essa prática, sobretudo em serviços com número reduzido de equipamentos. Estes, utilizados continuamente, dificultam a execução de testes de monitorização rotineira, como o *leak test*. Ademais, ocasionam uma pressão maior sobre os colaboradores na realização das etapas do processamento, potencializando a ocorrência de falhas, sobretudo na etapa de secagem, visto que a umidade representa um risco durante o armazenamento^(5,44-46).

Outra atividade utilizada para reduzir a umidade interna dos canais dos endoscópios é a remoção das válvulas dos canais do endoscópio na fase do armazenamento. A presença da oclusão dos canais impede a circulação de ar dentro deles. Assim, quando posicionados verticalmente em gabinetes convencionais, facilita-se a drenagem e evaporação de fluidos acelerados pela gravidade, fornecendo um ambiente desfavorável ao crescimento microbiológico^(2,7,32-33,35-36).

Ainda no tocante à secagem, a rinsagem com álcool 70% etílico ou isopropílico associada a ar forçado nos canais dos endoscópios foi uma prática executada por alguns autores, com o propósito de facilitar a evaporação e assim aprimorar a efetividade da fase. No entanto, devido à propriedade fixadora de proteína pelo álcool, essa prática é contraindicada na Europa, a fim de minimizar a possibilidade de aderência proteica nos canais dos equipamentos, culminando na formação de biofilmes. Ainda, esse método guarda o risco de transmissão da doença de Creutzfeldt-Jakob, uma encefalopatia espongiforme subaguda cuja etiologia é atribuída ao príon, agente infeccioso formado por proteínas altamente estáveis e resistentes, fazendo com que a doença possa ser transmitida de forma iatrogênica, por meio de instrumentos médicos contaminados^(33,35,47).

O aumento de resíduos proteicos promovido pela fixação do álcool proporciona dificuldade no processo de limpeza e gera proteção aos microrganismos facilitando a formação de biofilme, que interfere diretamente no sucesso da desinfecção, aumentando os riscos de contaminação^(38,47).

Além disso, Singh (2018)⁽³⁰⁾ constatou que não houve melhora nos resultados das culturas microbiológicas com a inserção de *flush* de álcool no processamento, tampouco executando dupla limpeza, sugerindo que o uso dessas etapas não agrega valor na segurança final do processamento^(30,47).

Armários de secagem com filtros, controle de ventilação e de umidade foram utilizados em DOIs artigos analisados e apresentaram resultados superiores quando comparados aos gabinetes convencionais^(22,30). Eles são fortemente recomendados na Europa e na Austrália apesar de não serem obrigatórios^(31,35). Nos Estados Unidos, os gabinetes de secagem não possuem ampla indicação de uso, sob justificativa de baixa produção científica sobre o tema e poucas evidências acerca da melhoria na qualidade do processamento com uso desses tipos de gabinetes, apesar de estudos comparativos apontarem uma melhor manutenção da qualidade do processo efetuado^(2,5).

Dentre estudos que comparam gabinetes convencionais com os de secagem, Perambuil (2019)⁽⁴⁸⁾ evidenciou resultados promissores com o uso de gabinetes de secagem. Equipamentos armazenados após serem inoculados com *Pseudomonas aeruginosa* com $3,5 \log^{10}$ apresentaram crescimento de até 7 logs quando armazenados por 24 horas em armários convencionais; e redução para menos de 1 log quando armazenados por duas horas em gabinetes de secagem.

Finalmente, quanto ao limite de tempo com segurança para o armazenamento dos endoscópios antes do próximo uso, a maioria dos autores^(4,21-24,28-30) define uma periodicidade entre DOIs e sete dias de armazenamento. Outros evidenciaram segurança em períodos mais longos de até 56 dias⁽²⁵⁻²⁷⁾. No entanto, não apresentaram uniformidade nos critérios de prática do processamento e validação desse intervalo.

O método utilizado na cultura microbiológica dos artigos selecionados apresentou importantes pontos divergentes, como nos padrões de coleta de material, critérios de aceitação e análise dos resultados, bem como no tempo de cultura para o crescimento microbiológico, fatores estes que podem influenciar a diferença e a recuperação de microrganismos viáveis^(5,26,29).

O monitoramento microbiológico de rotina na prática clínica, considerado válido para detectar falhas no processamento, não é um consenso entre as sociedades de gastroenterologia^(2,31-32). Aquelas que não o recomendam baseiam-se em questões sobre a operacionalização, tais como padrão, capacitação de pessoal para coleta, necessidade de quarentena dos equipamentos até os resultados da amostra, rede laboratorial especializada, periodicidade, níveis de aceitação da recuperação de microrganismos e análise dos resultados. Tais questões ainda não estão bem definidas pela maioria das diretrizes ou comunidade científica^(2,32,49).

Um estudo comparou DOIs métodos de cultura para avaliação de contaminação de duodenoscópios e encontrou uma taxa de recuperação aproximada de 65% com um limite de detecção de 10 UFC/ml. Demonstrou-se que, apesar de importante ferramenta para avaliar o processamento, pode acontecer de equipamentos

permanecerem com microrganismos abaixo do limite de detecção e apresentarem um resultado satisfatório, colocando em risco os pacientes⁽⁵⁰⁾. Sendo assim, a cultura microbiológica não deve ser o único método para avaliar o processamento; outras ferramentas, auditorias e treinamentos contínuos, assim como acompanhamento pós-procedimento, podem ser úteis como método para análise da qualidade⁽⁵⁰⁾.

Nos Estados Unidos, apesar de não ser uma recomendação rotineira, o CDC avalia, como fatores da não indicação dessas culturas no cotidiano, a ausência de metodologias bem definidas, que leva ao risco de resultados falso-negativos. Para evitar tal risco, propôs-se um padrão metodológico de coleta das amostras, visando minimizar potenciais resultados não confiáveis associados a custos elevados⁽⁴⁹⁾.

No que se refere à interpretação dos resultados, também existe divergência importante nos estudos, visto que alguns autores^(4,29) consideram crítico o crescimento microbiológico superior a 200 UFC; enquanto outros, superior a 100 UFC^(26-27,30), e certos autores, até superior a 20 UFC^(22,24). Alguns consideraram a importância clínica do tipo de microrganismo encontrado, e outros não. Essa divergência também é evidenciada pelas orientações encontradas nas diretrizes. Por exemplo, o CDC estabelece níveis de ação quando microrganismos de “alta preocupação” aparecem em cultivos superiores a 1 UFC ou quando microrganismos de “baixa preocupação” clínica aparecem em quantidade superior a 100 UFC; já a GENCA e GESA estabelecem ação quando há crescimento superior a 10 UFC de microrganismos de “baixa preocupação”^(31,49).

São fundamentais para resultados clínicos seguros e ciclos de melhoria: a execução de um processamento eficiente; secagem eficaz; armazenamento em local limpo, seco, arejado, sem as válvulas e em posição vertical, quando não utilizado armário de secagem controlada projetado para posicionamento horizontal e com estrutura passível de limpeza, em associação com a avaliação periódica das práticas realizadas e treinamentos; assim como a utilização de métodos de validação e vigilância^(31-32,34,50).

Diante dos artigos avaliados, constatou-se que não houve consenso no que se refere ao tempo seguro de armazenamento e/ou critérios essenciais definidos para uso dos endoscópios. Consta-se, pois, que esse tema ainda constitui uma lacuna do conhecimento, necessitando de mais pesquisas e evidências para sua definição.

Limitações do estudo

A escassez de estudos nacionais referente ao armazenamento de endoscópios contribuiu para que a análise se pautasse apenas na realidade internacional. A adoção de critérios de elegibilidade referentes a métodos de processamento utilizados no Brasil foi uma estratégia para reduzir a disparidade com a realidade nacional.

O armazenamento dos endoscópios é um assunto pouco explorado, inclusive internacionalmente, haja vista as diretrizes de algumas sociedades de gastroenterologia, que permanecem com a indefinição deste tempo sob a justificativa de falta de evidências de alta qualidade e outras que não mencionam nenhuma orientação neste sentido. Nesse sentido, a escassez de produção robusta sobre o tema mantém uma lacuna do conhecimento na atividade da enfermagem em endoscopia e indica a direção para que investigações possam e devam ser conduzidas trazendo respostas que direcionem práticas seguras^(2,35-36).

Contribuições para a área da Enfermagem, Saúde ou Política Pública

O processamento de endoscópios é uma responsabilidade direta dos profissionais de enfermagem, exige rigor no cumprimento de suas inúmeras etapas e compreensão do modo como suas atividades podem alterar a saúde dos pacientes.

Torna-se fundamental, para gestores e profissionais da operação, o conhecimento sobre o tempo seguro para o armazenamento dos endoscópios pós-processamento até a sua utilização, bem como sobre os critérios que o determinam, sobretudo no que diz respeito ao cumprimento das etapas e condições essenciais para um processamento seguro, as quais permanecem em discussões nas diretrizes disponíveis. Como exemplo dessas etapas, tem-se o uso de limpeza automatizada, gabinetes de secagem, rinsagem com álcool, entre outras. Sendo assim, discussões sobre o processamento possibilitam ao enfermeiro analisar e revisar não apenas o armazenamento, mas quais os recursos e condições necessárias para estabelecê-lo com segurança, considerando as especificidades de cada serviço.

CONCLUSÕES

O armazenamento de endoscópios gastrointestinais é uma etapa importante para manutenção de um processamento eficiente, devido ao risco da manutenção de umidade no interior dos canais, que pode contribuir para a recontaminação, proliferação de microrganismos e formação de biofilme nos equipamentos.

Na literatura, a determinação do tempo de armazenamento seguro para utilização de endoscópios flexíveis gastrointestinais após a desinfecção de alto nível não apresentou critérios unificados. A indicação de tempo seguro de armazenamento, apesar de controversa, reforça a necessidade de rigorosa adesão a todas as etapas do processamento, sobretudo à secagem e condições de armazenamento adequadas, além de treinamento dos profissionais para execução do processamento e manipulação dos equipamentos após a desinfecção.

AGRADECIMENTO

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS

1. Rauwers AW, Holt AFVI, Buijs JG, Groot W, Hansen BE, Bruno MJ, et al. High prevalence rate of digestive tract bacteria in duodenoscopes: a nationwide study. *Gut*. 2018;67(9):1637-45. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-315082>
2. Day LW, Muthusamy VR, Collins J, Kushnir VM, Sawhney MS, Thosani NC, et al. Multisociety guideline on reprocessing flexible GI endoscopes and accessories. *Gastrointest Endosc*. 2021;93(1):11-33.e6. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.09.048>
3. Ha J, Son BK. Current issues in duodenoscope-associated infections: now is the time to take action. *Clin Endosc*. 2015; 30;48(5):361-3. <https://doi.org/10.5946/ce.2015.48.5.361>
4. Alfa MJ, Sepehri S, Olson N, Wald A. Establishing a clinically relevant bioburden benchmark: a quality indicator for adequate reprocessing and storage of flexible gastrointestinal endoscopes. *Am J Infect Control*. 2012;40(3):233-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2011.02.023>
5. Saliou P, Le Bars H, Payan C, Narbonne V, Cholet F, Jézéquel J, et al. Measures to improve microbial quality surveillance of gastrointestinal endoscopes. *Endoscopy*. 2016;48(08):704-10. <https://doi.org/10.1055/s-0042-107591>
6. American National Standard Institute. ANSI/AAMI ST91:2015: flexible and semi-rigid endoscope processing in health care facilities [Internet]. Washington, DC: ANSI; 2015[cited 2020 Dec 15]. Available from: <http://nascecm.com.br/2014/wp-content/uploads/2015/09/ANSI-AAMI-ST91-Endoscopy-2015.pdf>
7. Food and Drug Administration. Effective reprocessing of endoscopes used in endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) procedures [Internet]. Silver Spring (MD): FDA; 2015[cited 2020 Dez 5]. Available from: <https://regulatorydoctor.us/wp-content/uploads/2015/07/Effective-Reprocessing-of-Endoscopes-Used-in-ERCP.pdf>
8. Humphries RM, Yang S, Kim S, Muthusamy VR, Russell D, Trout AM, et al. Duodenoscope-related outbreak of a carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* identified using advanced molecular diagnostics. *Clin Infect Dis*. 2017;65(7):1159-66. <https://doi.org/10.1093/cid/cix527>
9. Epstein L, Hunter JC, Arwady MA, Tsai V, Stein L, Gribogiannis M, et al. New Delhi metallo- β -lactamase-producing carbapenem-resistant *Escherichia coli* associated with exposure to duodenoscopes. *JAMA*. 2014;312(14):1447-55. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.12720>
10. Rauwers AW, Troelstra A, Fluid AC, Wissink C, Loeve AJ, Vlegaar FP, et al. Independent root-cause analysis of contributing factors, including dismantling of 2 duodenoscopes, to investigate an outbreak of multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*. *Gastrointest Endosc*. 2019;90(5):793-804. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2019.05.016>
11. Carbonne A, Thiolet JM, Fournier S, Fortineau N, Kassis-Chikhani N, Boytchev I, et al. Control of a multi-hospital outbreak of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* type 2 in France, September to October 2009. *Euro Surveill*. 2010; 2;15(48):19734. <https://doi.org/10.2807/ese.15.48.19734-en>
12. Ofstead CL, Wetzler HP, Doyle EM, Rocco CK, Visrodia KH, Baron TH, et al. Persistent contamination on colonoscopes and gastroscopes detected by biologic cultures and rapid indicators despite reprocessing performed in accordance with guidelines. *Am J Infect Control*. 2015;43(8):794-801. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.03.003>
13. Ofstead CL, Heymann OL, Quick MR, Eiland JE, Wetzler HP. Residual moisture and waterborne pathogens inside flexible endoscopes: evidence from a multisite study of endoscope drying effectiveness. *Am J Infect Control*. 2018;46(6):689-96. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.03.002>

14. Rutala WA, Kanamori H, Sickbert-Bennet EE, Weber DJ. What's new in reprocessing endoscopes: are we going to ensure "the needs of the patient come first" by shifting from disinfection to sterilization?. *Am J Infect Control*. 2019;47S:A62-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.01.017>
15. Bajolet O, Ciocan D, Vallet C, Champs C, Vernet-Garnier V, Guillard T, et al. Gastroscopy-associated transmission of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Pseudomonas aeruginosa*. *J Hosp Infect*. 2013;83(4):341-3. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.10.016>
16. Naas T, Cuzon G, Babics A, Fortineau N, Boytchev I, Gayral F, et al. Endoscopy-associated transmission of carbapenem resistant *Klebsiella pneumoniae* producing KPC-2 beta-lactamase. *J Antimicrob Chemother*. 2010;65(6):1305-06. <https://doi.org/10.1093/jac/dkq117>
17. Alvarado CJ, Stolz SM, Maki DG. Nosocomial infections from contaminated endoscopes: a flawed automated endoscope washer: an investigation using molecular epidemiology. *Am J Med*. 1991;91(3B):S272-80. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90381-7](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90381-7)
18. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enferm*. 2008;17(4):758-64. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
19. Araújo WCO. Recuperação da informação em saúde construção, modelos e estratégias. *ConCI*. 2020;3(2):100-34. <https://doi.org/10.33467/conci.v3i2.13447>
20. Stetler CB, Morsi D, Rucki S, Broughton S, Corrigan B, Fitzgerald J, et al. Utilization-focused integrative reviews in a nursing service. *Appl Nurs Res*. 1998;11(4):195-206. [https://doi.org/10.1016/S0897-1897\(98\)80329-7](https://doi.org/10.1016/S0897-1897(98)80329-7)
21. Rejchrt S, Cermák P, Pavlatová L, Micková E, Bures J. Bacteriologic testing of endoscopes after high-level disinfection. *Gastrointest Endosc*. 2004;60(1):76-8. [https://doi.org/10.1016/S0016-5107\(04\)01313-6](https://doi.org/10.1016/S0016-5107(04)01313-6)
22. Grandval P, Hautefeuille G, Marchetti B, Pineau L, Laugier R. Evaluation of a storage cabinet for heat-sensitive endoscopes in a clinical setting. *J Hosp Infect*. 2013;84(1):71-6. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.01.013>
23. Osborne S, Reynolds S, George N, Lindemayer F, Gill A, Chalmers M. Challenging endoscopy reprocessing guidelines: a prospective study investigating the safe shelf life of flexible endoscopes in a tertiary gastroenterology unit. *Endoscopy*. 2007;39(9):825-30. <https://doi.org/10.1055/s-2007-966766>
24. Riley R, Beanland C, Bos H. Establishing the shelf life of flexible colonoscopes. *Gastroenterol Nurs*. 2002;25(3):114-9. <https://doi.org/10.1097/00001610-200205000-00006>
25. Ingram J, Gaines P, Kite R, Morgan M, Spurling S, Winsett RP. Evaluation of medically significant bacteria in colonoscopes after 8 weeks of shelf life in open air storage. *Gastroenterol Nurs*. 2013;36(2):106-11. <https://doi.org/10.1097/SGA.0b013e318288c715>
26. Scanlon P, Flaherty K, Reilly EA, Barth EG, Potter-Bynoe G, Cardini J, et al. Association between storage interval and contamination of reprocessed flexible endoscopes in a pediatric gastrointestinal procedural unit. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2017;38(2):131-5. <https://doi.org/10.1017/ice.2016.260>
27. Brock AS, Steed LL, Freeman J, Garry B, Malpas P, Cotton P. Endoscope storage time: assessment of microbial colonization up to 21 days after reprocessing. *Gastrointest Endosc*. 2015;81(5):1150-4. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.09.053>
28. Vergis AS, Thomson D, Pieroni P, Dhalla S. Reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes after a period of disuse: is it necessary?. *Endoscopy*. 2007;39(8):737-9. <https://doi.org/10.1055/s-2007-966644>
29. Mallette KI, Pieroni P, Dhalla SS. Bacterial presence on flexible endoscopes vs time since disinfection. *World J Gastrointest Endosc*. 2018;10(1):51-5. <https://doi.org/10.4253/wjge.v10.i1.51>
30. Singh H, Duerksen DR, Schultz G, Reidy C, DeGagne P, Olson N, et al. Impact of cleaning monitoring combined with channel purge storage on elimination of *Escherichia coli* and environmental bacteria from duodenoscopes. *Gastrointest Endosc*. 2018;88(2):292-302. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.02.018>
31. Gastroenterological Society of Australia. Infection control in endoscopy: clinical update [Internet]. Victoria: GESA; 2010[cited 2020 Jan 03]. Available from: [http://www.genca.org/public/5/files/Endoscopy_infection_control%20\(low\).pdf](http://www.genca.org/public/5/files/Endoscopy_infection_control%20(low).pdf)
32. Society of Gastroenterology Nurses and Associates. Standards of infection prevention in reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes [Internet]. Chicago: SGNA; c2018[cited 2020 Dec 05]. Available from: https://www.sgna.org/Portals/0/SGNA%20Standards%20of%20infection%20prevention%20in%20reprocessing_FINAL.pdf?ver=2018-11-16-084835-387
33. British Society of Gastroenterology Endoscopy. BSG guidance for decontamination of equipment for gastrointestinal endoscopy: the report of a working party of the British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee [Internet]. 2020[cited 2020 Dec 23]. Available from: <https://www.bsg.org.uk/wp-content/uploads/2021/02/BSG-Decontamination-guidance-2020-update.pdf>
34. Public Health Agency of Canada. Infection prevention and control guideline for flexible gastrointestinal endoscopy and flexible bronchoscopy [Internet]. Nepean (ON): PHAC; 2010[cited 2020 Jan 06]. Available from: <http://www.phac-aspc.gc.ca/nois-sinp/guide/endo/pdf/endo-eng.pdf>
35. Beilenhoff U, Biering H, Blum R, Brljak J, Cimbri M, Dumonceau J-M, et al. Reprocessing of flexible endoscopes and endoscopic accessories used in gastrointestinal endoscopy: position statement of the European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) and European Society of Gastroenterology Nurses and Associates (ESGENA): Update 2018. *Endoscopy*. 2018;50(12):1205-34. <https://doi.org/10.1055/a-0759-1629>
36. Bashaw MA. Guideline implementation: processing flexible endoscopes. *AORN J*. 2016;104(3):225-36. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2016.06.018>
37. ECRI Institute. Top 10 health technology hazards for 2019 [Internet]. Plymouth Meeting (PA): ECRI; 2018[cited 2020 Jan 02]. Available from: <https://www.ecri.org/top-ten-tech-hazards/>

38. Kovaleva J, Peters FTM, van der Mei HC, Degener JE. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26(2):231-54. <https://doi.org/10.1128/CMR.00085-12>
39. Tian H, Sun J, Guo S, Zhu X, Fen H, Zhuang Y, et al. The effectiveness of drying on residual droplets, microorganisms, and biofilms in gastrointestinal endoscope reprocessing: a systematic review. *Gastroenterol Res Pract.* 2021;2021:6615357. <https://doi.org/10.1155/2021/6615357>
40. Azimird M, Alebouyeh M, Sadeghi A, Khodamoradi E, Aghdaei H A, Alizadeh AHM, et al. Bioburden and transmission of pathogenic bacteria through elevator channel during endoscopic retrograde cholangiopancreatography: application of multiple-locus variable-number tandem-repeat analysis for characterization of clonal strains. *Expert Rev Med Devices.* 2019;16(5):413-20. <https://doi.org/10.1080/17434440.2019.1604215>
41. Benowitz I, Moulton-Meissner HA, Epstein L, Arduino MJ. The centers for disease control and prevention guidance on flexible gastrointestinal endoscopes: lessons learned from outbreaks, infection control. *Gastrointest Endosc Clin N Am.* 2020;30(4):723-33. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2020.06.009>
42. Suresh S, Pande M, Patel K, Mahometano LD, Romero LG, Barringer D, et al. Education, training, and knowledge of infection control among endoscopy technicians and nurses. *Am J Infect Control.* 2021;49(6):836-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.01.010>
43. Ofstead CL, Wetzler HP, Snyder AK, Horton RA. Endoscope reprocessing methods: a prospective study on the impact of human factors and automation. *Gastroenterol Nurs.* 2010;33(4):304-11. <https://doi.org/10.1097/SGA.0b013e3181e9431a>
44. Barakat MT, Huang RJ, Barnejee S. Comparison of automated and manual drying in the elimination of residual endoscope working channel fluid after reprocessing (with video). *Gastrointest Endosc.* 2019;89(1):124-32. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.08.033>
45. Ofstead CL, Wetzler HP, Heymann OL, Johnson EA, Eiland JE, Shaw MJ. Longitudinal assessment of reprocessing effectiveness for colonoscopes and gastroscopes: results of visual inspections, biochemical markers, and microbial cultures. *Am J Infect Control.* 2017;45(2):e26-33. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.10.017>
46. Thaker AM, Kim S, Sedarat A, Watson RR, Muthusamy VR. Inspection of endoscope instrument channels after reprocessing using a prototype borescope. *Gastrointest Endosc.* 2018;88(4):612-9. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.04.2366>
47. Costa DM, Lopes LKO, Hu H, Tipple AFV, Vickery K. Alcohol fixation of bacteria to surgical instruments increases cleaning difficulty and may contribute to sterilization inefficacy. *Am J Infect Control.* 2017;45(8):e81-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.04.286>
48. Perumpail RB, Marya NB, McGinty BL, Muthusamy VR. Endoscope reprocessing: comparison of drying effectiveness and microbial levels with an automated drying and storage cabinet with forced filtered air and a standard storage cabinet. *Am J Infect Control.* 2019;47(9):1083-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.02.016>
49. Department of Health and Human Services Collaboration. Duodenoscope surveillance sampling and culturing: reducing risks of infection [Internet]. [place unknown]: FDA; 2018[cited 2020 Jan 03]. Available from: <https://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/ReprocessingofReusableMedicalDevices/UCM597949.pdf>
50. Gazdik MA, Coombs J, Burke JP, Lopansri BK. Comparison of two culture methods for use in assessing microbial contamination of duodenoscopes. *J Clin Microbiol.* 2016;54(2):312-6. <https://doi.org/10.1128/JCM.02754-15>